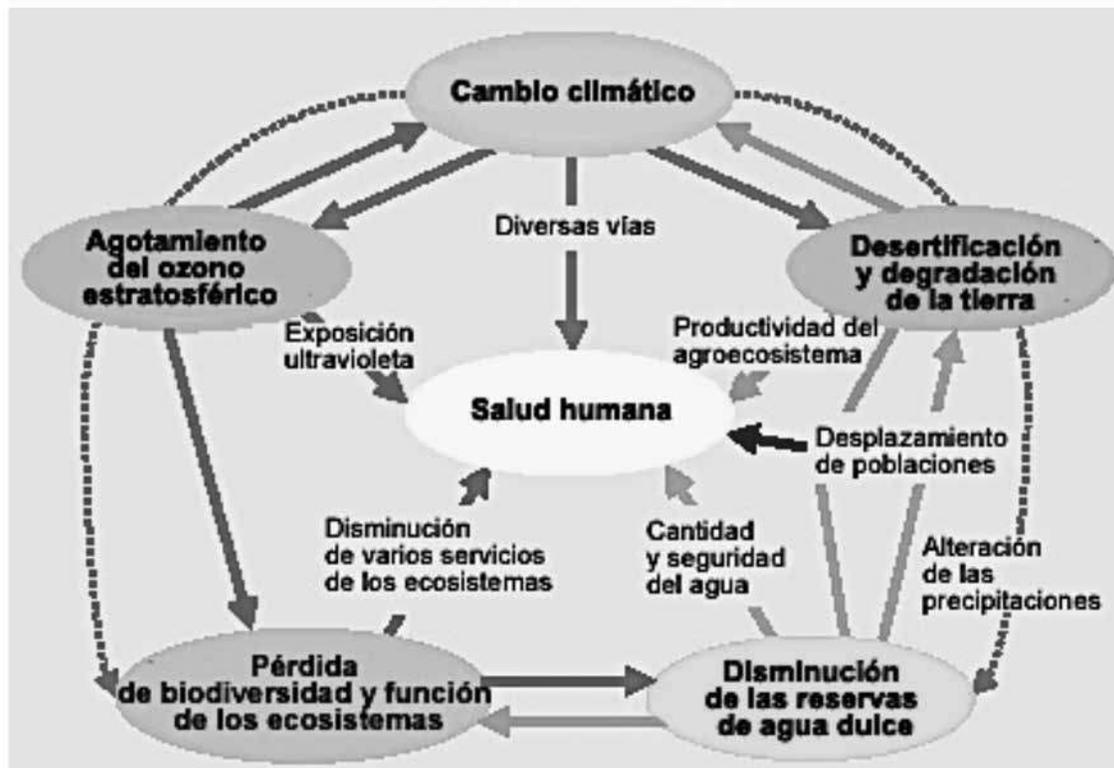


Interrelaciones ecológicas, salud y enfermedad

Hinojosa Juárez Araceli Consuelo,^{1,2} Mendieta Zerón Hugo,² Vargas Hernández Joel Alberto,² Anaya López Luis.¹

Centro Estatal de Vigilancia Epidemiológica y Control de Enfermedades, Regulación Sanitaria.¹
Universidad Autónoma del Estado de México.²



Fuente: http://www.who.int/entity/globalchange/health_interlinkages_es.gif

Introducción

La importancia de los aspectos ecológicos en la salud de la población está dada por la influencia mutua de los elementos del ecosistema como por la evolución, al respecto en el Siglo XIX aparece la teoría de Charles Darwin sobre el origen de las especies por la selección natural (1859) en donde se postula que las especies en general, y los hombres entre ellos, sufren una selección natural por una adaptabilidad por competencia en el medio. Según esta teoría, los más fuertes de cada especie son los que sobrevivirán, asegurando la continuidad de la misma especie.^{1,2}

La Ecología es el estudio de la relación entre los seres vivos y su ambiente o de la distribución y abundancia de los seres vivos y cómo es afectada por la interacción entre los organismos su ambiente. Lo que establece la Ecología es una relación notable con la salud humana, la importancia de los aspectos ecológicos y la salud humana está dada por la influencia mutua de los elementos del ecosistema (organismos vivos y ambiente).³

Al conjunto de todos los seres vivos de un ecosistema se les denomina biocenosis. La biocenosis está formada a su vez por distintas poblaciones, que serían el conjunto de individuos de una misma especie que ocupan un área determinada. Para la supervivencia de este conjunto de seres vivos, es imprescindible que se establezcan relaciones entre ellos, a veces beneficiosas y a veces perjudiciales.⁴

Depredación, parasitismo, competencia, gregarismo, inquilinismo, comensalismo, simbiosis entre otras, que mencionaremos paulatinamente y relacionaremos con los efectos que presentan las interrelaciones en el medio (ecosistema). En la naturaleza encontramos muchos ejemplos de seres que viven juntos y cuando los seres vivos interactúan entre sí, con individuos de su misma especie, la relación se denomina: INTRAESPECÍFICA. Cuando los seres vivos interactúan entre sí, con individuos de otras especies, la relación se denomina: INTERESPECÍFICA.



Relaciones intraespecíficas

Hablaremos de las relaciones que se dan entre individuos de la misma especie. Son casi todas beneficiosas o de colaboración:

Familiares: los individuos que se agrupan tienen algún tipo de parentesco. Dentro de este tipo de relaciones hay distintos tipos de familias.

Familia y salud: se ha señalado que los principales problemas de salud residen principalmente en una etiología social más que biológica, que la familia es un microcosmos responsable de la salud o enfermedad. Lo que ocurre en el interior de la familia puede desempeñar un papel causal en la enfermedad y la respuesta de la familia ante la enfermedad influye sobre su curso.⁵

Al respecto se debe tener en cuenta que la dinámica familiar y los patrones de disfunción familiar, invariablemente se reflejan en el proceso salud-enfermedad. La familia como grupo adquiere una entidad diferente a la de la simple suma de sus componentes. El concepto de salud familiar implica la capacidad de la familia para cumplir con sus funciones, dentro de las más importantes se encuentra incluida formar individuos sanos, tanto física como mentalmente.⁵

Colonias: agrupaciones de individuos que se han reproducido asexualmente y comparten estructuras comunes, se presenta entre individuos de la misma especie que actúan en conjunto, en algunas ocasiones se reparten funciones.

Colonias y salud: no aplica para la especie humana, la reproducción es sexual.

Gregarismo: son agrupaciones, habitualmente de muchos individuos con o sin parentesco durante un lapso de tiempo permanente o estacional.

Gregarismo y salud: el hombre por naturaleza es un ser gregario, que vive en sociedad con otros individuos con los cuales tiene afinidad por su relación étnica, familiar y cultural; por la interacción resultante de la convivencia dentro de un mismo asentamiento humano; o por su asociación para conseguir fines comunes. Es indudable que la salud y el bienestar son de las necesidades comunes en los grupos humanos, no es posible que se les considere de forma aislada, ya que los problemas que pueden afectar la salud y el bienestar de los integrantes del grupo comunitario inician en las y los integrantes de la comunidad.

Es posible considerar que los problemas de salud existen en el medio urbano, y presentan diferencias significativas con los problemas del medio rural y con los del suburbano, correspondiendo a este último los llamados cinturones de miseria de las grandes ciudades.⁶

Sociedades: son individuos que viven juntos de manera organizada y jerarquizada, donde hay un reparto de las tareas y habitualmente son físicamente distintos entre ellos según su función dentro de la sociedad y sus funciones y actividades vitales las realizan juntos de manera cooperativa.

Sociedades y salud: los vínculos entre clases sociales y enfermedad son innumerables. De hecho, la pobreza característica de las clases sociales muy bajas y las enfermedades son los factores más importantes para

determinar el estado de salud de la población, no sólo en naciones subdesarrolladas, sino aun en las industrializadas. Si se acepta que la enfermedad produce desventajas y que la miseria se asocia con la exclusión comunitaria, los grupos de clase social de bajos recursos económicos, pueden presentar enfermedades endémicas y se considera la miseria una enfermedad que se define de acuerdo al pensamiento sociológico, no por la capacidad de consumo, sino por el grado de participación social.⁷

De acuerdo a las condiciones económicas puede existir una importante desigualdad, así las enfermedades de cierto grupo de individuos de bajo nivel socio-económico pueden presentar innumerables patologías considerando únicamente una de las causas la falta de alimentación ejemplo: el kwashiorkor, la desnutrición, la parasitosis, la anemia, osteomalacia y raquitismo, infecciones, trastornos prenatales, entre otras enfermedades a causa de no poseer los recursos económicos necesarios para su bienestar en salud.⁸

A diferencia de los grupos sociales opuestos, se considera que poseen una cierta inmunidad al tomar todas las herramientas y ayudas para combatir la mayoría de las enfermedades que se pudiesen presentar cuando se altera su salud y de alguna manera las sociedades de menos recursos y de altos recursos propician una gran desigualdad social.⁹

La desigualdad es un fenómeno típico de la mayoría de las sociedades ya que es a través de ella que se establecen rangos más o menos estructurados. La existencia de jerarquías puede ser consciente o inconscientemente armada y tiene que ver con marcar las diferentes formas de acceso a la salud.

La relación entre las condiciones de vida de las personas y su estado de salud se estableció desde las primeras décadas del siglo XIX, cuando se evidenció que las enfermedades estaban asociadas con las inadecuadas condiciones económicas, ambientales y de alimentación de las y los pobres que trabajaban en las grandes fábricas urbanas europeas. En este periodo surgieron la Salud Pública y la Epidemiología, impulsadas por la necesidad de controlar las enfermedades infecciosas causantes de altas tasas de mortalidad entre la clase obrera.^{10,11}

A pesar de la clara asociación entre la calidad de vida y las enfermedades, en el siglo XIX se implantó en Europa y en Estados Unidos el llamado modelo higienista, que promovió una visión unicausal con énfasis en los aspectos biológicos tanto de las enfermedades como de las estrategias curativas. El higienismo, una vez fue importado a Latinoamérica, influyó en la formación de las y los profesionales de salud y en las políticas sanitarias latinoamericanas prácticamente durante todo el siglo XX. El modelo higienista tuvo como punta de lanza su efectividad en el control de enfermedades infecciosas de alta prevalencia en el siglo XIX y comienzos del XX como la fiebre amarilla, el sarampión y la viruela. Su éxito se fundamentó en la investigación sobre vacunas y en la implementación de medidas higiénicas para controlar la propagación de infecciones.¹²



Relaciones intraespecíficas de competencia

Territorialidad: se define por enfrentamientos o competencia por acceso al territorio, a la luz, al alimento etc. la realizan los individuos de la misma especie, cuando utilizan los mismos recursos del medio. Esta relación existe prácticamente entre todas las especies.

Territorialidad y salud: la territorialidad tiene tres elementos: el sentido de identidad espacial, el sentido de exclusividad y el modo de interacción humana en el espacio. Proporciona no sólo un sentimiento de pertenencia a una porción particular de tierra sobre el que se tienen derechos, sino que implica un modo de comportamiento en el interior de esa entidad. Con la territorialidad se planifica el desarrollo teniendo por objetivo la adecuación de las actividades económicas en los espacios geográficos más recomendables, buscando el equilibrio entre la mejor calidad de vida de la población, el desarrollo de la identidad cultural de los diversos grupos sociales y la optimización del uso sostenible de los recursos naturales.

La sustentabilidad ecológica, tiene como objetivo la "conservación de la salud del ecosistema", a través de las prácticas de manejo asociadas a la producción de bienes. Se debe cuidar la biodiversidad natural a nivel de genes, especies y ecosistemas. Desde la disponibilidad de agua y alimentos suficientes hasta la regulación de los vectores de enfermedades, las plagas y los agentes patógenos, la salud y el bienestar humanos dependen de estos servicios y condiciones del medio ambiente natural. Desde lo ambiental y la sostenibilidad debe conocerse el entorno donde se habita, y la unidad básica de estudio de la ecología es el ecosistema, área específica donde se presenta la interacción entre organismos y ambiente.^{13,14}

Canibalismo: depredación de un individuo sobre otro de la misma especie.

Canibalismo y salud: en la década de los años 50, un grupo de investigadores, entre ellos algunos antropólogos, visitaron una región montañosa de Papúa-Nueva Guinea donde vivía una tribu de aborígenes, los fore. Esta tribu tenía la mala costumbre de comerse a sus familiares muertos. Eran comidos como signo de amor y respeto, como parte de sus rituales fúnebres. Las mujeres, los niños menores de 10 años y las personas mayores se comían el cerebro y otros órganos internos, mientras que los hombres o no participaban o solo comían carne de otros hombres. Los antropólogos descubrieron que los fore comenzaron a practicar el canibalismo a principios de siglo XX.¹⁵

Además de estos gustos culinarios, los investigadores encontraron que las y los fore padecían una rara enfermedad que ellos denominaban kuru, que significa "enfermedad de la risa". El kuru llegó a ser una auténtica epidemia entre las y los fore. En algunos poblados fue la causa de muerte más frecuente. Afectaba sobre todo a las mujeres de la tribu: era ocho veces más frecuente en mujeres, niñas y niños pequeños, y ancianos y ancianas que en los hombres. Menos del 10% de las mujeres sobrevivían más allá de la edad de procreación. Los síntomas del kuru comenzaban con problemas al andar, temblores, pérdida de la coordinación y dificultad en el habla. Los síntomas continuaban con movimientos bruscos, accesos de risa incontrolada,

depresión y lentitud mental. En la fase terminal, el paciente padecía incontinencia, dificultad para deglutir y úlceras profundas. Se trataba por tanto de una grave enfermedad neurológica.¹⁵

Sabemos que los priones y no los virus, son responsable de las encefalopatías espongiformes transmisibles (EET), como el scrapie y la encefalopatía espongiforme bovina (la famosa enfermedad de "las vacas locas"), el kuru, la enfermedad de Creutzfeldt-Jakob, de Gerstmann-Straussler-Scheinker o el insomnio familiar fatal en humanos, enfermedades todas producidas por priones.¹⁶

Relaciones interespecíficas

Depredación: relación en la cual una especie debe matar a otra para alimentarse.

Depredación y salud: la depredación además ayuda a mantener un ecosistema en equilibrio, ya que si una especie comenzara a crecer descontroladamente, terminaría rompiendo el equilibrio que mantiene el número de transmisores de enfermedades, y por ende, al número de enfermos/as, por lo tanto los depredadores también se encargan de mantener el ecosistema en balance y armonía: podemos analizar la trascendencia para la salud humana si uno solo de los depredadores de la siguiente cadena alimenticia se interrumpe: el águila caza serpientes, la serpiente caza roedores y si las serpientes se extinguieran, la población de roedores aumentaría demasiado, al mismo tiempo las enfermedades transmitidas por roedores a los seres humanos aumentarían, debido a que los roedores son portadores de la bacteria Salmonella, que puede causar problemas de salud, la leptospirosis infección provocada por la orina de roedores que portan la bacteria Leptospira, la fiebre por mordedura de rata la cual puede ser provocada por las bacterias Streptobacillus moniliformis y Spirillum minus.¹⁷

Otras enfermedades producidas por roedores como la Peste Bubónica es una de las enfermedades provocada por Yersinia pestis y roedores, como las ratas, portan esta enfermedad que se propaga por medio de sus pulgas cuando las ratas infestadas, o las pulgas de las ratas, muerden a los seres humanos.¹⁷

El Hantavirus es una enfermedad mortal asociada a ratones y ratas, el virus puede causar una infección conocida como el Síndrome Pulmonar por Hantavirus, el cual ha sido identificado en más de la mitad de los estados de Estados Unidos. El Síndrome Pulmonar por Hantavirus es transmitido a los humanos cuando inhalan partículas del aire que contienen elementos de excrementos, orina o cadáveres de roedores que han sido removidos.¹⁸

La toxoplasmosis es una infección común provocada por el protozoos, Toxoplasma gondii, el principal huésped es el gato doméstico, pero los roedores y otros animales pequeños son los huéspedes intermedios, transmitiendo el parásito cuando son comidos por los gatos. Por tanto una de las formas de infección a personas es la contaminación por heces de gato. La carne cruda y las verduras también son rutas de contaminación.¹⁹



La hidatidosis es provocada por varias especies del parásito *Echinococcus*, siendo sus principales huéspedes carnívoros como zorros, coyotes y lobos, y sus huéspedes secundarios algunos animales que pastan y cerdos y otra vez al menos tres especies los roedores pequeños como ratones, topillos y lemmings son huéspedes intermedios, y pueden pasar los quistes o hidátides del estadio larvario a gatos y perros cuando se los comen. Estos animales domésticos por otra parte pueden pasar los hidátides a personas a través de sus heces.²⁰

La capilariasis transmitida por roedores está provocada por una especie de nemátodos (ascáride), *Capillaria hepática*. Es inusual que el ciclo larvario del nemátodo requiera de un solo huésped y dependa de la muerte de su huésped para diseminar los huevos viables. Los roedores son el huésped principal, pero también pueden serlo otros mamíferos, incluidos los humanos. La lista sería mayor, por lo que nos referiremos únicamente al aumento en el número de roedores por disminución en el número de un depredador, como también podríamos hablar del aumento en el número del mosquito *Aedes aegypti*, por un aumento en el número de predadores de peces o tortugas que consumen las larvas del mosquito. La lista se haría muy grande existen varios ejemplos de control de vectores transmisores de enfermedades humanas.^{21,22,24,25,26}

Competencia: dos especies diferentes disputan por un mismo recurso, ambas especies se alimentan del mismo alimento, Esta relación es muy importante en la evolución, ya que permite que la selección natural actúe, favoreciendo la supervivencia y reproducción de las especies más exitosas según su fisiología, comportamiento etc.

Competencia y salud: la competencia por recursos ocurre entre los seres humanos. Las interacciones entre los organismos, incluidos los seres humanos, son la naturaleza de la vida y tienen un impacto enorme en el funcionamiento y la salud, La competencia es un ejemplo interesante de interacciones. Cuando dos organismos compiten o luchan por un mismo recurso limitado, como el agua, alimento, refugio o luz solar, usualmente hay un ganador y un perdedor, pero si los competidores pelean hasta la muerte y se matan el uno al otro, la interacción se convierte en negativa para ambos, como está sucediendo por un recurso vital para la salud como es el del agua apta para consumo humano.

Si hablamos solamente del agua consideraremos una consecuencia directa de la contaminación de las aguas, tanto de los ríos y lagos como los mares, es la entrada de los elementos tóxicos en la cadena trófica. Por otro lado cuanto más contaminada esté el agua por dichos compuestos tóxicos, los contaminantes en el agua pueden causar incontables daños a la salud humana y al equilibrio de los ecosistemas.

El desarrollo de tecnologías moleculares aplicadas a estudios ambientales ha permitido constatar que incluso en países altamente industrializados existe una alta prevalencia de virus en el medio ambiente, lo que causa un importante impacto en la salud pública así como pérdidas económicas, principalmente a través de su transmisión primordialmente por agua y alimentos. Concentraciones significativas de

virus son detectadas en las aguas vertidas al ambiente y en los biosólidos generados en plantas de tratamiento de agua residual.²⁷

Se describen las características generales de la contaminación ambiental por virus, principalmente por virus emergentes, analizándose con mayor profundidad los virus de la hepatitis y los poliomavirus humanos como los virus contaminantes ambientales de más reciente identificación en países industrializados. Se ha demostrado que existe una elevada prevalencia de los poliomavirus humanos, en agua residual en todos los países estudiados, lo que implica la potencial transmisión de los virus y de genes fuertemente cancerígenos por vía oral. Estudios recientes demuestran que el patrón epidemiológico de la infección por virus de la hepatitis humana en países industrializados es complejo y que una gran diversidad de cepas del virus de la hepatitis humana infecta simultáneamente a la población. El control de la contaminación viral del medio ambiente requiere la estandarización de técnicas moleculares y el desarrollo de un programa de vigilancia que permita valorar parámetros víricos y reducir la diseminación de las enfermedades establecidas y de las infecciones víricas emergentes. Hemos comentado un pequeño esbozo (sin considerar la gran cantidad de bacterias, parásitos y hongos tóxicos) y del daño a la salud, cuando por competencia el recurso agua se encuentra fuera de los límites máximos permisibles para su consumo, se convierte en un riesgo para la salud humana.^{28,29,30}

Inquilinismo: es un tipo de comensalismo en el que una especie vive dentro o encima de otra.

Inquilinismo y salud: si no se tiene el cuidado de mantener condiciones sanitarias en nuestro entorno, se favorece la proliferación de inquilinos portadores de agentes patógenos, inquilinos conocidos en conjunto como fauna nociva, organismos que pueden afectar la salud y entre los que se encuentran las moscas, los moscos, las ratas, cucarachas, chinches etc., nos referiremos a algunos de los inquilinos más frecuentes en medios inhóspitos.

La mosca doméstica es reconocida por transmitir enfermedades contagiosas. Esta mosca colecciona patógenos en sus patas, pelos y boca, lo hace cuando la hembra deposita sus huevos en materias orgánicas como las heces, la basura y los cuerpos muertos de los animales, los gérmenes de las enfermedades se transportan en sus patas y en los pequeños pelos que cubren su cuerpo. Sólo le toma unos cuantos segundos transmitir esos patógenos a la comida o a las superficies que toca. La mosca doméstica madura utiliza su saliva para volver líquidas las comidas sólidas antes de alimentarse. Durante este proceso transfiere los patógenos recogidos en los despojos que le han servido de alimento.³²

Las enfermedades transmitidas por las moscas domésticas incluyen tifus, cólera y disentería, otras enfermedades transmitidas por estas moscas incluyen la salmonella, ántrax y tuberculosis. La mosca doméstica también es conocida por portar los huevos de los parásitos (*Ascaris lumbricoides*, *Taenia solium*).³¹



Hay varias formas por las que las cucarachas pueden propagar *Escherichia coli*, *Salmonella*, fiebre tifoidea, *Staphylococcus* y *Streptococcus*, gastroenteritis, disentería y lepra, a través de sus vómitos, sus heces o por contacto directo. Cuando una cucaracha se alimenta de algo que contiene bacterias como una pieza cruda de pollo o heces de animal, la bacteria entrará en su sistema permaneciendo dentro de su boca, en su saliva e incluso inactiva en su sistema digestivo. Cuando vomitan o defecan, las bacterias pueden contaminar el lugar o alimento donde se depositen.³²

Más aún, durante sus tránsitos y mientras se están alimentando entran en contacto con la suciedad, que contiene gérmenes que luego llevan en su cuerpo. Las cucarachas son como imanes gigantes para las bacterias y los virus que depositan en cualquier sitio por donde pasan y con los que tienen contacto, si se utilizara cualquier aparato o utensilio de cocina para comer, como una taza o plato que haya sido contaminado por excrementos de cucarachas, podría existir el riesgo de enfermar, lo mismo ocurre con los paños de cocina y las toallas sucias.³³

Las chinches, otros de los inquilinos que son nocivos a la salud humana. La chinche besucona es un insecto que chupa sangre durante la noche y transmite un parásito llamado *Tripanosoma cruzi* que produce la enfermedad de Chagas llamada así por el investigador que la describió. El insecto puede estar dentro y fuera de la habitación, en grietas de paredes, detrás de los cuadros o en el piso de tierra como un inquilino y puede cubrirse con el polvo de los pisos de tierra para no ser descubierto.³⁴

Estas chinches tienen al tripanosoma en sus intestinos y defecan al picar. La persona al rascarse arrastra al parásito a la pequeña herida o a sus ojos y llega a la sangre, donde navega entre los glóbulos rojos. Si la entrada es por ojos, tendrá fiebre prolongada de más de siete días, con hinchazón de cara o de un párpado o ambos y crecimiento de ganglios de detrás de la oreja. Si la entrada es en el sitio de la picadura, se forma aquí un área dura además de la fiebre.³⁵

Las instituciones de salud miden el número de viviendas que tienen al insecto como inquilino y analizan chinches con regularidad para ver si están infectadas con *Tripanosoma cruzi*, para administrar un tratamiento oportuno, además de monitorear la seguridad de la sangre transfundida.³⁶

Las ratas pueden hacer su madriguera fuera de la casa, debajo de restos de plantas, bajo tierra, en basureros y alcantarillas como inquilinos a fin de alimentarse y donde viven en pequeñas madrigueras y escondites, a fin de alimentarse de las migas o alimentos que los humanos dejan al descuido, por lo que se considera una relación de inquilinismo por refugio. En relaciones interespecíficas de depredación y salud comentamos que los ratones transmiten un gran número de enfermedades por la contaminación de su orina o de sus heces con alimentos de las personas cercanas a su entorno.³⁶

Las arañas e insectos usan los árboles así como las tapas de los tinacos como inquilinos, habitando los huecos de su corteza y usando sus ramas y hojas para realizar sus telas

de araña, con las cuales atraen a otros insectos de los que se alimentan.³⁶

La *Latrodectus mactans* de la familia Theridiidae, mejor conocida como viuda negra o capulina, mide de 2.5 a 3 centímetros y únicamente las hembras son venenosas, su veneno es neurotóxico, lo que significa que bloquea la transmisión de impulsos nerviosos, paralizando el sistema nervioso central y produciendo dolores musculares intensos y comprende dolor abdominal, espasmos musculares e hipertensión. La *Loxosceles laeta*, conocida como araña violinista o araña de los rincones posee un veneno neurotóxico que actúa sobre nuestro sistema nervioso, entra en los enlaces de la sinapsis, donde está el intercambio de neurotransmisores, los cuales bloquea, bloqueando así el músculo del diafragma, provocando el paro respiratorio y la muerte.³⁷

En el caso de la *Loxosceles laeta*, no es muy común que le guste vivir dentro de las casas, pero esto no quiere decir que cuando no encuentre un lugar adecuado se asiente en colonias de hasta cuatro arañas, lo más común es encontrarla detrás de cuadros y las cabeceras de las camas, además, los dos sexos son venenosos. La violinista tiene un veneno proteolítico o hemotóxico, el cual actúa sobre las células y causa necrosis severa, pero cuando llega al torrente sanguíneo puede trasladarse al bazo o los riñones, causando insuficiencia renal, o al cerebro, causando derrame cerebral.³⁸

Los moscos son insectos que se reproducen en diversos lugares y que pueden transmitir enfermedades como el dengue, el paludismo y la fiebre amarilla, zika y chikungunya. Se reproducen principalmente en: agua acumulada en llantas y canaletas de los techos, paredes deterioradas, agujeros en los árboles, floreros sucios, etc.

Comensalismo: se establece entre dos especies diferentes, una de ellas se beneficia y la otra no tiene ventajas ni desventajas, no sale perjudicada, aunque tampoco obtenga un beneficio tan importante como la primera.

Comensalismo y salud: en esta relación nos enfocaremos a la microbiota intestinal, aunque la relevancia clínica de este campo inicialmente puede parecer enigmática para la práctica clínica, existe una creciente conciencia del papel que juega la microbiota comensal en la salud y la enfermedad de los seres humanos. Es probable que en un corto plazo, el conocimiento de los conceptos básicos sobre las interacciones entre los seres humanos y su microbioma sea tan importante para los conceptos médicos como lo es el conocimiento de la genética o la teoría del germen.

El término microbioma se refiere al número total de microorganismos y su material genético y se usa en contraposición al término microbiota, que es la población microbiana presente en los diferentes ecosistemas del cuerpo. El ser humano tiene cientos de miles de millones de microbios en el intestino, una cifra que se calcula es 10 veces superior al número de células del cuerpo humano, por lo que las bacterias comensales y los hongos que habitan en el cuerpo superan enormemente en número a las células humanas. El número y la variedad de las bacterias aumentan exponencialmente desde el extremo proximal del tracto



gastrointestinal hacia el extremo distal, siendo el colon el que alberga la mayor parte de la microbiota intestinal.³⁹

Aunque se pensaba que en gran medida estos microbios no habitaban más que en la piel, el intestino y las superficies mucosas, cada vez es más evidente que el microbioma humano es crucial para la salud y el bienestar. El microbioma humano ha ido evolucionando con los seres humanos a lo largo de los milenios, desarrollándose comunidades de microbios específicos en nichos anatómicos específicos dentro del cuerpo. La ecología microbiana humana y la ecología macroscópica tienen muchas semejanzas que ayudan a comprender el concepto de microbioma, lo mismo puede esperarse de sistemas ecológicos microbianos similares en zonas anatómicas específicas que son comunes a diferentes personas, porque ellas son similares pero específicas (microecosistemas, por ej., predominio de Bacteroidetes y Firmicutes en el colon y de Firmicutes y Proteobacteria en la boca).³⁹

El equilibrio específico de la diversidad microbiana en cada sitio anatómico específico diferirá entre las personas debido a ciertas variantes como la higiene, el comportamiento social y la genética. Esta interrelación de comensalismo, también es vital para la maduración y el mantenimiento del sistema inmunológico de la mucosa, cuyas anomalías han sido vinculadas a las enfermedades anérgicas y la autoinmunidad. Varios aspectos de la vida en la sociedad moderna, como el uso de antimicrobianos, el saneamiento, la vacunación y los cambios en la dieta tienen efectos profundos y duraderos sobre el microbioma humano.⁴⁰

Las alteraciones y el desequilibrio del microbioma intestinal intervienen en enfermedades gastrointestinales como la diarrea asociada a los antibióticos, el síndrome del intestino irritable y la colonización de patógenos (*Enterococcus* resistente a la vancomicina) y enfermedades sistémicas, como las enfermedades autoinmunes y alérgicas, los trastornos metabólicos (obesidad) y las enfermedades neuropsiquiátricas (el autismo).⁴⁰

El Proyecto del Genoma Humano, el National Institutes of Health apoya el Proyecto del Microbioma Humano, que tiene como objetivo conocer la diversidad y abundancia relativa de la microbiota comensal en diferentes sitios anatómicos, y su papel en la salud y la enfermedad de los seres humanos.⁴¹

Aunque el estudio del microbioma humano y su papel en los estados de salud y enfermedad es relativamente nuevo, se han descubierto muchas asociaciones que están empezando a revelar la importancia que posee la microbiota comensal para la salud y la enfermedad. La disminución de la diversidad microbiana comensal es el factor de riesgo más ampliamente estudiado, se presenta con el uso de antibióticos sistémicos, ya que interrumpen la microbiota comensal intestinal normal y favorecen la predisposición a la infección por *Clostridium difficile*, el agente causal más comúnmente asociado a respuesta inmunológica del huésped.⁴²

Los pacientes con colitis ulcerosa y enfermedad de Crohn, han mostrado que las especies de la microbiota comensal intestinal tienen menor diversidad, baja estabilidad temporal

y alteración estructural de la capa mucosa, lo que muestra la asociación existente.⁴⁰

Los antimicrobianos que se utilizan actualmente para tratar las infecciones causan enormes daños colaterales a la microbiota comensal intestinal humana, pudiendo ser una fuerza impulsora para la introducción y proliferación de organismos multirresistentes, como los enterococos resistentes a la vancomicina, productores de β -lactamasa de espectro extendido y *Klebsiella pneumoniae*.⁴⁰

La obesidad tiene un componente de asociación con la flora colónica comensal, estas bacterias mantienen una alta densidad de población utilizando los nutrientes de los alimentos y las fuentes del revestimiento del epitelio intestinal. Se ha observado en los seres humanos, obesos que la relación entre Firmicutes y Bacteroidetes disminuye con la pérdida de peso y después de la cirugía bariátrica. Los cambios observados en la microbiota intestinal en relación al índice de masa corporal tienen una correlación muy marcada, la interacción entre la genética humana, la dieta y la microbiota comensal intestinal humana, permitirá elaborar normas para modificar la microbiota comensal intestinal mediante la dieta, los prebióticos con potencial para mejorar el síndrome metabólico o la obesidad.⁴³

Los cambios en la microbiota intestinal representan un papel importante en los eventos inmunológicos que podrían generar enfermedades alérgicas. La modificación de la colonización microbiana y las exposiciones durante el período perinatal y principios de la infancia, especialmente con la exposición recurrente a los antibióticos, pueden promover respuestas inmunológicas desreguladas, dando lugar a trastornos alérgicos y atópicos.⁴⁴

En individuos genéticamente susceptibles, la microbiota comensal intestinal alterada puede llevar a una alteración de la barrera hematoencefálica y la generación de autoanticuerpos contra el cerebro, mientras que bajo condiciones inflamatorias puede haber una interrupción de la barrera hematoencefálica que puede facilitar el transporte y luego la unión de los autoanticuerpos a los epitopes, en reacción cruzada, lo que puede contribuir al desarrollo de estos trastornos cognitivos y conductuales. La microbiota comensal intestinal es esencial para el mantenimiento de la salud y puede estar alterada en la enfermedad.⁴⁴

Mutualismo: es la relación entre dos especies distintas que conviven y se benefician mutuamente mejorando así sus posibilidades de sobrevivir. El mutualismo puede ser facultativo (una especie no necesita a la otra para sobrevivir) u obligado (las especies no pueden vivir de manera separada).

Mutualismo y salud: la microflora normal establece la relación de mutualismo y se refiere a la población de microorganismos que habita en la piel y mucosas de las personas sanas, la microbiota normal proporciona la primera línea de defensa contra los microorganismos patógenos, participa en la degradación de toxinas y contribuye a la maduración del sistema inmunitario. Los cambios en esta microbiota normal, o la inflamación originada por estos comensales, generan enfermedades.



En un intento por comprender la participación de los ecosistemas microbianos residentes en la salud y la enfermedad del ser humano, en el año 2007 los National Institutes of Health lanzaron el Proyecto Microbioma humano (Human Microbiome Project). Una de las metas principales de este proyecto es entender la amplia diversidad genética y fisiológica humana, el microbioma y los factores que repercuten en la distribución y evolución de los microorganismos que los forman.^{45,46}

La flora normal se adquiere con rapidez durante y poco después del nacimiento y cambia de forma continua durante el crecimiento. Refleja la edad, el estado de nutrición el género del individuo. Los microorganismos se encuentran en las partes del cuerpo expuestas al medio ambiente o que comunican con él (piel, nariz y boca, intestino y tracto urogenital).⁴⁷

La flora normal previene la colonización de otras bacterias potencialmente patógenas. Lo hacen liberando factores con actividad antibacteriana (bacteriocinas, colicinas), así como productos de desecho metabólicos que junto con la falta de oxígeno disponible impiden el establecimiento de otras especies, al igual que los lactobacilos mantienen un medio ambiente ácido que impide el crecimiento de otros organismos. Además la estimulación antigénica proporcionada por la flora tiene importancia para asegurar el desarrollo normal del sistema inmunitario.⁴⁷

Existe un riesgo potencial de diseminación hacia zonas normalmente estériles del cuerpo, lo cual puede suceder bajo diversas circunstancias, como una herida cutánea o la extracción de una pieza dentaria caso en que puede entrar al torrente sanguíneo *Streptococcus viridans*, o cuando la *Escherichia coli* proveniente de la piel perianal, asciende por la uretra y causan infecciones del tracto urinario o cuando la cavidad bucal no se limpia con regularidad, la placa se puede acumular rápidamente y la actividad de bacterias *Streptococcus mutans* y el hongo *Candida albicans* actúan juntos pueden causar caries dental y la enfermedad de las encías.⁴⁸

La flora del tubo digestivo normal determina un correcto desarrollo de la mucosa intestinal, interviene en el metabolismo de sustancias como el ácido fólico, biotina, vitaminas B12, K y E. Favorece la producción de IgA y contribuye a la inmunotolerancia. Es un importante estímulo antigénico. Interviene en el ciclo enterohepático de drogas, tiene efecto de barrera, al ocupar nichos ecológicos, impide el establecimiento de otras bacterias potencialmente patógenas. Este fenómeno se conoce como interferencia bacteriana.^{49,50}

Parasitismo: se establece entre dos especies diferentes, donde uno de ellos, el parásito, resulta beneficiado, y el otro llamado huésped se perjudica. Los parásitos que habitan dentro del cuerpo del huésped se llaman endoparásitos y los que habitan fuera ectoparásitos. El parasitismo se considera un tipo especial de depredación, donde el depredador es más pequeño que la presa, aunque en la mayoría de casos no supone la muerte del huésped. Cuando un parásito causa enfermedad o la muerte del huésped, se denomina patógeno. El cleptoparasitismo es el robo del

alimento a otra especie que lo ha capturado, recolectado o preparado.

Parasitismo y salud: las endemias parasitarias constituyen indicadores bastante sensibles de las condiciones del medio. Una alta prevalencia de parasitosis intestinales refleja deficiencias del saneamiento básico, del nivel general de vida y de la cultura higiénica. Asimismo, están directamente relacionadas con la forma en que se realiza el proceso de adaptación del hombre a su ambiente externo, fenómeno esencial del cual dependen, en gran parte, los estados de salud o de enfermedad.

En las infecciones parasitarias influyen tres factores estrechamente relacionados entre sí: el parásito, el huésped y el medio ambiente. Para que se establezca la endemidad es necesario que concurren ciertas condiciones biológicas y ecológicas que actúan sobre el parásito y el huésped.

Los parásitos tienen que existir en cantidad determinada, poseer una adecuada aptitud patógena y de adaptación al huésped y al medio ambiente; producir un número suficiente de quistes, ooquistes, huevos o larvas necesarios para asegurar su diseminación en el ambiente, sobrevivir a las contingencias de éste y lograr que algunas de estas formas pasen de uno a otro huésped o transmisor. Debe existir, asimismo, un número suficiente de huéspedes susceptibles, capaces de adquirir y mantener la infección. La resistencia o susceptibilidad a la infección parasitaria de una especie huésped depende de factores inmunitarios naturales o adquiridos que determinan condiciones bioquímicas y biofísicas favorables o desfavorables, la edad, el estado nutricional y la genética individuo del huésped.

La mayoría de los parásitos poseen escaso poder patógeno y la enfermedad se produce cuando concurren ciertos factores favorables, tanto biológicos como ecológicos y, en especial, humanos. Los factores del ambiente representan un nexo ineludible entre los parásitos y los huéspedes y pueden dificultar o facilitar la supervivencia y desarrollo de los elementos parasitarios y la transmisión de las formas infectantes a los huéspedes directamente o mediante vectores.

Los factores están constituidos por los cambios climáticos, tales como la temperatura y la humedad; por factores derivados de la estructura y composición del suelo; por la luz solar y la presencia o ausencia de plantas o animales. En el caso de los parásitos del hombre también influyen factores sociológicos, económicos, culturales y ambientales. Al respecto las condiciones del medio ambiente pueden o no facilitar el contacto entre parásitos y huésped. Los medios de mayor difusión de parásitos son el agua, los alimentos y los suelos contaminados.

Simbiosis: en biología se define la simbiosis como la relación permanente y estrecha entre dos organismos que llevan una vida común.

Simbiosis y salud: se llama simbiosis a la relación establecida entre dos organismos que se necesitan mutuamente para sobrevivir. Entre animales y bacterias, como es el caso de la flora intestinal de los animales. Las relaciones simbióticas entre organismos han presentado un efecto evolutivo que es parte esencial de la vida misma.



Está bien documentado el impacto de las bacterias simbióticas residentes en el organismo humano sobre la fisiopatología de su huésped. Las principales funciones de la microflora simbiótica del intestino incluyen actividades metabólicas que se traducen en recuperación de nutrientes que generan energía y protección del huésped frente a invasión por microorganismos extraños. Las bacterias intestinales simbióticas desempeñan un papel esencial en el desarrollo y la homeostasis del sistema inmunitario.⁵¹

Esto se traduce en recuperación de energía de la dieta y favorece la absorción de iones (Ca, Mg, Fe) en el ciego. Las funciones metabólicas también incluyen la producción de vitaminas (K, B12, biotina, ácido fólico y pantoténico). La función defensiva de la micro flora incluye el efecto protector por el que las bacterias simbióticas que ocupan un espacio o nicho ecológico impiden la implantación de bacterias extrañas al ecosistema. Además, la micro biota normal simbiótica propia impide el sobre crecimiento de bacterias oportunistas que están presentes en el intestino pero con proliferación restringida.⁵²

El equilibrio entre las especies bacterianas residentes confiere estabilidad al conjunto de la población microbiana. El efecto de barrera se debe a la capacidad de ciertas bacterias para segregar sustancias antimicrobianas (bacteriocinas), que inhiben la proliferación de otras bacterias, y también a la competencia entre bacterias por los recursos del sistema, ya sea nutrientes o espacios ecológicos.⁵³

Se dispone de información que involucra a la microbiota simbiótica intestinal en ciertos procesos patológicos, incluyendo la alteración multiorgánica, el cáncer de colon y la enfermedad inflamatoria intestinal.⁵⁴

Algunas patologías se asocian con cambios en la composición o función metabólica de la flora entérica como el caso de algunas enfermedades diarreicas agudas que se deben a patógenos que proliferan y tienen características invasivas o producen toxinas. La diarrea asociada a los antibióticos se debe a un desequilibrio en la composición de la flora normal simbiótica intestinal con la proliferación de especies patógenas. Los datos epidemiológicos sugieren que factores medioambientales como la dieta desempeñan un importante papel en el desarrollo de cáncer de colon.⁵⁵

El consumo de grasa animal y carnes rojas, en particular procesadas, se asocia a riesgo más elevado, mientras que el consumo de fruta y verduras, cereales integrales, pescado y calcio se asocian a disminución del riesgo. Los factores dietéticos y genéticos interactúan en parte a través de acontecimientos que tienen lugar en la luz del intestino grueso. La influencia de la dieta en el proceso carcinogénico parece estar mediada por cambios en la actividad metabólica de la microbiota simbiótica del colon.⁵⁵

La respuesta aberrante en la enfermedad inflamatoria intestinal parece ser el acontecimiento clave que desencadena los mecanismos inflamatorios que dan lugar a la lesión intestinal. En los pacientes se detecta un aumento de la secreción mucosa de anticuerpos IgG contra las bacterias comensales y los linfocitos T de la mucosa son hiperreactivos frente a los antígenos de la flora simbiótica común, lo que sugiere la abolición de los mecanismos de

tolerancia local.⁵⁶

En la colitis ulcerosa, el tratamiento a corto plazo con antibióticos de amplio espectro en comprimidos con recubrimiento entérico reduce rápidamente la actividad inflamatoria. Diversos factores podrían contribuir a la patogenia de la respuesta inmunitaria aberrante a la flora autóloga, incluida la susceptibilidad genética, un defecto en la función de barrera de la mucosa y un desequilibrio microbiano. Datos recientes sugieren que en pacientes con enfermedad de colitis ulcerosa la población de bacterias intestinales difiere de la de los individuos sanos.⁵⁶

El intestino humano alberga una comunidad diversa de bacterias, en una relación de simbiosis con el anfitrión, de modo que influye permanentemente en su fisiología. Hay evidencia clara de que las interacciones bacteria-anfitrión en la mucosa del intestino desempeñan un papel muy importante en el desarrollo y regulación del sistema inmune. Si esta interacción simbiótica no es adecuada, la homeostasis entre la carga antigénica ambiental y la respuesta del individuo puede fallar. Ello puede repercutir en el desarrollo de patologías de disregulación inmunitaria frente a estructuras antigénicas propias (autoinmunidad), incluyendo la propia microflora (enfermedad inflamatoria intestinal), o estructuras antigénicas del ambiente (atopia).⁵⁶

Referencia bibliográfica

1. Bronn, H.G. 1860. [Review of] Ch. Darwin: On the Origin of Species by means of Natural Selection, or the preservation of favoured races in the struggle for life (502 pp. 8g, London 1859). Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geognosie, Geologie und Petrefaktenkunde. 112-116. 04/05/2007.
2. Agassiz, J.L.R. 1860. [Review of] On the Origin of Species. American Journal of Sciences and Arts (series 2) 30 (July):142-154. Online: http://darwin-online.org.uk/EditorialIntroductions/Freeman_OntheOriginofSpecies.html24/04/2007.
3. Bowen, F. 1860. [Review of] On the Origin of Species by Means of Natural Selection. North American Review 90:474-506. Online: <http://charles-darwin.classic-literature.co.uk/the-origin-of-species-by-means-of-natural-selection/04/05/2007>.
4. Biocenosis. En <http://www.ecologiahoj.com/biocenosis>
5. Huerta, G.L. La familia en el proceso salud-enfermedad. Disponible en: http://www.facmed.unam.mx/deptos/familiar/compendio/Segundo/II_EMF_36-41.pdf
6. Lara, R. M y Mateos. Medicina y cultura: Hacia una formación integral del profesional de la salud. Disponible en: https://books.google.com.mx/books?id=XF-_lPK8S4lC&pg=PA404&lpq=PA404&dq=gregarismo+salud+y+enfermedad+humana
7. Comisión sobre Determinantes Sociales de la Salud. Lograr la equidad en salud: desde las causas iniciales a los resultados justos, declaración provisional [monografía en Internet]. Ginebra: Organización Mundial de la Salud; 2007. [Citado en 2008, Ago. 2]. Disponible en: http://whqlibdoc.who.int/publications/2007/interim_statement_spa.pdf
8. Department of Health. Health inequalities: Progress and next steps [monografía en Internet]. United Kingdom: Department of Health; 2008. [Cited 2008 Nov 12]. Available from: http://www.dh.gov.uk/en/Publicationsandstatistics/Publications/PublicationsPolicyAndGuidance/DH_085307
9. Irwin A, Valentine N, Brown C, Loewenson R, Solar O, Brown H, Koller T, Vega J. The Commission on Social Determinants of Health: Tackling the Social Roots of Health Ineq
10. Berlinguer G. Determinantes sociales de las enfermedades. Rev cub salud pública. [Serie en Internet] 2007. [Citado en 2009, enero 25]; 33(1): [aprox. 16 p.]. Disponible en: http://www.scielosp.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-34662007000100003&lng=en. doi: 10.1590/S0864-34662007000100003
11. Turner BS. The history of the changing concepts of health and illness outline of a general model of illness categories. In: Albrecht GL, Fitzpatrick R, Scrimshaw SC, editors. The handbook of social studies in health and medicine. London, Thousand Oaks, New Delhi: SAGE Publications; 2000. pp. 9-24.



12. Hernández M. La salud fragmentada en Colombia 1910-1946. Santa Fe de Bogotá: Universidad Nacional de Colombia; 2003.
13. OMS | Bienes y servicios de los ecosistemas para la salud. www.who.int/globalchange/ecosystems/es/
14. Cultura y territorialidad: aportes ecológicos para la sustentabilidad. Disponible en: <https://www.google.com.mx/search?ei>
15. Bosque PJ, Tyler KL. Prions and prion diseases of the central nervous system (transmissible neurodegenerative diseases). In: Bennett JE, Dolin R, Blaser MJ, eds. Mandell, Douglas, and Bennett's Principles and Practice of Infectious Diseases, Updated Edition. 8th ed. Philadelphia, PA: Elsevier Saunders; 2015:chap 181.
16. Geschwind MD. Prion diseases. In: Daroff RB, Jankovic J, Mazziotta JC, Pomeroy SL, eds. Bradley's Neurology in Clinical Practice. 7th ed. Philadelphia, PA: Elsevier; 2016:chap 94.
17. Fiebre por mordedura de rata. Disponible en: http://www.cfsph.iastate.edu/Factsheets/es/rat_bite_fever-es.pdf
18. Watson DC1, Sargianou M, Papa A, Chra P, Starakis I, Panos G. Epidemiology of Hantavirus infections in humans: a comprehensive, global overview. *Crit Rev Microbiol.* 2014 Aug;40(3):261-72. doi: 10.3109/1040841X.2013.783555.
19. Bonnefoy X, Kampen H, Sweeney K. Public Health Significance of Urban Pests. WHO, Copenhagen, 2008
20. WHO. A global brief on vector-borne diseases, WHO, Geneva, 2014 www.who.int/campaigns/world-health-day/2014/global-brief/en/
21. www.cdc.gov Centers for Disease Control and Prevention Multistate Outbreak of Multidrug-Resistant *Campylobacter* Infections Linked to Contact with Pet Store Puppies (Final Update). Posted January 30, 2018 3:45 PM ET
22. Octavio Eugenio Orihuela-Chávez, O.E., Jesús Reyna-Figueroa, J.R., Wakida-Kusunoki, G., Ana Elena Limón-Rojas, A. E., Pedro Pasquel, P., Nava-Jácome, R. Hepatic capillariasis in children: report of the fourth case in Mexico. *Enfermedades Infecciosas y Microbiología.* vol. 26, núm. 3, julio-septiembre 2006:26 (3):86-88.
23. Bozeman FM, Masiello SA, Williams MS, Elisberg BL. Epidemic typhus rickettsiae isolated from flying squirrels. *Nature* 1975;255:545-7.
24. Webster JP, Macdonald DW (1995). Parasites of wild brown rats (*Rattus norvegicus*) on UK farms. *Parasitology*, 111:247-255. doi:10.1017/S0031182000081804.
25. Guidance on regulations for the Transport of Infectious Substances 2007-2008, Geneva, World Health Organization, 2007 (http://www.who.int/csr/resources/publications/biosafety/WHO_CDS_EPR_2007_2/en/index.html).
26. The Center for Food Security and Public Health, Iowa State University www.cfsph.iastate.edu/DiseaseInfo/factsheets.php
27. Calidad de agua y salud pública. Disponible en: <http://www.paho.org/blogs/etras/?p=1105>
28. Bergh O, Borsheim KY, Bratbak G y Haldal M. High abundance of viruses found in aquatic environments. *Nature* 1989; 340:467-8.
29. Pina S, Creus A, González N, Girones R, Felip M y Sommaruga R. Abundance, morphology and distribution of planktonic virus-like particles in two high-mountain lakes. *J Plankton Res* 1998; 20:2413-21.
30. Cliver DO. Significance of water and the environment in the transmission of virus disease. En: Melnick JL, editor. *Monographs in Virology*, 15. Nueva York: Karger Basel; 1984. p. 30-42.
31. Hurst CJ. Overview of water microbiology as it relates to public health. En: Hurst CJ, Knudsen GR, McInerney MJ, Stetzenbach LD y Walter MV, editores. *Manual of Environmental Microbiology*. Washington DC: ASM Press; 1997. p. 133-5.
32. ACHA, P. N. Y B. SZYFRES. 1986. Zoonosis y enfermedades transmisibles al hombre y a los animales. 2a. edición. Publicación científica No. 503. Organización Panamericana de la Salud, Washington.
33. ALDEN, K. J. 1995. Helminths of the opossum *Didelphis virginiana* in Southern Illinois, with a compilation of all helminths reported from this host in North America. *Journal of Helminthological Society of Washington*, 62: 197-208.
34. GIANGASPERO, A., F. BERRILLI Y O. BRANDONISIO. 2007. *Giardia* and *Cryptosporidium* and public health: the epidemiological scenario from the Italian perspective. *Parasitology Research*, 101: 1169-1182.
35. COMBES, C. 1996. Parasites, biodiversity and ecosystem stability. *Biodiversity and Conservation*, 5: 953-962.
36. COX, F. E. G. 1979. Ecological importance of small mammals as reservoirs of disease. Pp. 213-238, en: Stoddart, D.M. (ed.). *Ecology of small mammals*. John Wiley & Sons, Nueva York.
37. Aguilera, M. A.; D'elia, G.; Casanueva, M. E. (2009). «Revalidation of *Latrodectus thoracicus* Nicolet, 1849 (Araneae: Theridiidae): Biological And Phylogenetic Antecedents». *Gayana* 73 (2): 161-171.
38. Willis John Gertsch & Franklin Ennik (1983). «The spider genus *Loxosceles* in North America, Central America, and the West Indies (Araneae, Loxoscelidae)» (pdf). *Bulletin of the American Museum of Natural History* 175: 264-360.
39. A. Korecka, V. Arulampalam. The gut microbiome: Scourge, sentinel or spectator? *J Oral Microbiol*, 4 (2012), pp. 93-97
40. V. Ruiz Alvarez, Y. Puig Peña, M. Rodríguez Acosta. Microbiota intestinal, sistema inmune y obesidad *Revista Cubana Invest Biomed*, (2012), pp. 29
41. J. Peterson, S. Garges, M. Giovanni, NIH HMP Working Group The NIH human microbiome project. *Genome Res*, 19 (2009), pp. 2317-2323 <http://dx.doi.org/10.1101/gr.096651.109>
42. Abbott, Alison. Scientists bust myth that our bodies have more bacteria than human cells». *Nature*. doi:10.1038/nature.2016.19136.
43. M.E. Dumas, R.H. Barton, A. Toye Metabolic profiling reveals a contribution of gut microbiota to fatty liver phenotype in insulin-resistant mice. *Proc Natl Acad Sci U S A*, 103 (2006), pp. 12511-12516 <http://dx.doi.org/10.1073/pnas.0601056103>
44. G. Wlasiuk, D. Vercelli The farm effect, or: When, what and how a farming environment protects from asthma and allergic disease. *Curr Opin Allergy Clin Immunol*, 12 (2012), pp. 461-466
45. Turnbaugh, Peter J.; Ley, Ruth E.; Hamady, Micah; Fraser-Liggett, Claire M.; Knight, Rob; Gordon, Jeffrey I. (18 de octubre de 2007). «The human microbiome project». *Nature* 449 (7164): 804-810. ISSN 1476-4687. PMC 3709439. PMID 17943116. doi:10.1038/nature06244.
46. Human Microbiome Project Consortium. Structure, function and diversity of the healthy human microbiome. *Nature*. 2012;486:207-14.
47. He J, Li Y, Cao Y, Xue J, Zhou X. The oral microbiome diversity and its relation to human diseases. *Folia Microbiol (Praha)*. 2015;60(1):69-80. doi: 10.1007/s12223-014-0342-2.
48. Takahashi N. Oral Microbiome Metabolism: From "Who Are They?" to "What Are They Doing?" *J Dent Res*. 2015;94(12):1628-37. doi: 10.1177/0022034515606045.
49. Zaura E, Keijsers BJ, Huse SM, Crielaard W. Defining the healthy "core microbiome" of oral microbial communities. *BMC Microbiol*. 2009;9:259.
50. Serrano Coll HA, Sánchez Jiménez M, Cardona Castro N. Conocimiento de la microbiota de la cavidad oral a través de la metagenómica. *Rev CES Odont [Internet]*. 2015 [citado 12 mayo 2016];76(2):15-20. Disponible en: <http://revistas.ces.edu.co/index.php/odontologia/article/view/3681>
51. Gill SR, Pop M, Deboy RT, Eckburg PB, Turnbaugh PJ, Samuel BS, Gordon JI, Relman DA, Fraser-Liggett CM, Nelson KE. Metagenomic analysis of the human distal gut microbiome. *Science* 2006; 312:1355-1359.
52. MacFarlane GT, Cummings JH, Allison C. Protein degradation by human intestinal bacteria. *J Gen Microbiol* 1986; 132:1647-1656.
53. Brook I. Bacterial interference. *Crit Rev Microbiol* 1999; 25:155-172.
54. Shanahan F. Inflammatory bowel disease: immunodiagnostics, immunotherapeutics, and eotherapeutics. *Gastroenterology* 2001; 120:622-635.
55. Yandel K. Microbes meet Cancer. *The Scientist* 2016. <https://www.the-scientist.com/?articles.view/articleNo/45616/title/Microbes-Meet-Cancer/>
56. Guarner F. The intestinal flora in inflammatory bowel disease: normal or abnormal? *Curr Opin Gastroenterol* 2005; 21:414-418.